

REC'D 15 NOV 2000

WIPO

PCT

日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

10/088

PCT/JP00/06569

25.09.00

2700/0000

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

EKU

出願年月日
Date of Application:

1999年 9月28日

出願番号
Application Number:

平成11年特許願第274079号

出願人
Applicant(s):

住友重機械工業株式会社

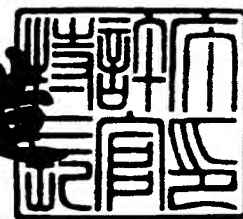
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年10月27日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3087613

【書類名】 特許願

【整理番号】 H-8252

【提出日】 平成11年 9月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B23K 26/00

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県平塚市夕陽ヶ丘 6 3 番 3 0 号 住友重機械工業株式会社平塚事業所内

 【氏名】 浜田 史郎

【特許出願人】

 【識別番号】 000002107

 【氏名又は名称】 住友重機械工業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100071272

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 後藤 洋介

【選任した代理人】

 【識別番号】 100077838

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 池田 憲保

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 012416

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9004613

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レーザ穴あけ加工方法及び加工装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーザ発振器からのレーザ光を、所定のマスクパターンを持つマスクを通して被加工部材に照射して穴あけを行うレーザ穴あけ加工方法において、

前記レーザ光を線状の断面形状を持つレーザ光に変換し、

前記線状のレーザ光の照射位置は固定とし、

前記マスクが前記照射位置を通過するように前記マスクと前記被加工部材とを同期して移動させると共に、その移動方向を前記線状のレーザ光の延在方向に直角な方向とすることにより、前記マスクが前記線状のレーザ光でスキャンされるようにし、その結果、前記被加工部材に前記マスクパターンで規定された穴あけが行われるようにしたことを特徴とするレーザ穴あけ加工方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載のレーザ穴あけ加工方法において、前記マスクと前記被加工部材との間にイメージングレンズを配置することにより、前記被加工部材に対する前記マスクパターンの投影比を設定できるようにしたことを特徴とするレーザ穴あけ加工方法。

【請求項 3】 レーザ発振器からのレーザ光を、所定のマスクパターンを持つマスクを通して被加工部材に照射して穴あけを行うレーザ穴あけ加工装置において、

前記レーザ光を線状の断面形状を持つレーザ光に変換する光学系と、

前記マスクと前記被加工部材とを同期して移動させる駆動機構とを備え、

前記光学系からの前記線状のレーザ光の照射位置は固定とし、

前記駆動機構は、前記マスクが前記照射位置を通過するように前記マスクと前記被加工部材とを移動させると共に、その移動方向を前記線状のレーザ光の延在方向に直角な方向とすることにより、前記マスクが前記線状のレーザ光でスキャンされるようにし、その結果、前記被加工部材に前記マスクパターンで規定された穴あけが行われるようにしたことを特徴とするレーザ穴あけ加工装置。

【請求項 4】 請求項 3 記載のレーザ穴あけ加工装置において、前記マスク

と前記被加工部材との間にイメージングレンズが配置され、前記駆動機構は、前記マスクと前記被加工部材とを同期して移動させ、前記イメージングレンズにより前記被加工部材に対する前記マスクパターンの投影比を設定できるようにしたことを特徴とするレーザ穴あけ加工装置。

【請求項 5】 請求項 3 あるいは 4 に記載のレーザ穴あけ加工装置において、前記光学系はホモジナイザであることを特徴とするレーザ穴あけ加工装置。

【請求項 6】 請求項 3 あるいは 4 に記載のレーザ穴あけ加工装置において、前記光学系は、前記レーザ発振器からのレーザ光の断面に関するエネルギー密度を均一にする均一光学系と、該均一光学系からのレーザ光の断面形状を線状に変換するシリンドリカルレンズとを含むことを特徴とするレーザ穴あけ加工装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、レーザ発振器からのレーザ光をプリント配線基板やセラミック基板等の被加工部材に照射して穴あけを行うレーザ穴あけ加工方法及び加工装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

電子機器の小型化、高密度実装化に伴い、プリント配線基板には高密度化が要求されている。例えば、L S I チップを実装してパッケージ化するためのプリント配線基板としてインターポーザと呼ばれるものが知られている。このような L S I チップとインターポーザとの接続は、これまでワイヤボンディング法が主流であったが、フリップチップ実装と呼ばれる方法が増加する傾向にあり、パッケージの多ピン化も進んでいる。

【 0 0 0 3 】

このような傾向に伴い、インターポーザには、多数のビアホールと呼ばれる穴あけを小径かつ微小ピッチで行うことが必要となる。

【 0 0 0 4 】

このような穴あけ加工は、機械的な微細ドリルを用いる機械加工や露光（フォトリソ）方式が主流であったが、最近ではレーザー光が利用されはじめている。レーザー光を利用した穴あけ加工装置は、微細ドリルを用いる機械加工に比べて加工速度や、穴の径の微細化に対応できる点で優れている。レーザー光としては、レーザー発振器の価格、ランニングコストが低いという点からCO₂ レーザや高調波固体レーザーが一般に利用されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

これまでのレーザー穴あけ加工装置では、レーザー発振器からのレーザービームを反射ミラー等を含む光学経路を経由させてX-Yスキャナあるいはガルバノスキャナと呼ばれる2軸のガルバノミラーを備えたスキャン光学系に導き、このスキャン光学系によりレーザービームを振らせて加工レンズを通してプリント配線基板に照射することにより穴あけを行っている（例えば、特開平10-58178号公報参照）。すなわち、プリント配線基板に穴あけられるべき穴の位置はあらかじめ決まっているので、これらの穴の位置情報に基づいてスキャン光学系を制御することで穴あけが1個ずつ行われている。

【0006】

しかしながら、X-Yスキャナあるいはガルバノスキャナによるスキャン光学系を使用した1個ずつの穴あけ加工では、プリント配線基板における穴の数の増加に比例して加工時間が長くなる。因みに、ガルバノスキャナの応答性は500pps程度であるため、毎秒500穴以上の穴あけは困難である。また、例えば、一辺が10mmの正方形のパッケージ基板に、50μm径の穴が0.2mmのピッチで配列されたとすると、2500個の穴が存在する。この場合、毎秒500穴の穴あけを行ったとしても、 $2500 / 500 = 5 \text{ sec}$ の加工時間を必要とする。

【0007】

そこで、本発明の課題は、これまでのレーザー穴あけ加工方法に比べて短い時間で多数の穴あけ加工を行うことのできるレーザー穴あけ加工方法を提供することにある。

【 0 0 0 8 】

本発明の他の課題は、被加工部材に対する加工パターンを任意に選定することのできるレーザ穴あけ加工方法を提供することにある。

【 0 0 0 9 】

本発明の更に他の課題は、上記の加工方法に適したレーザ穴あけ加工装置を提供することにある。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

本発明によれば、レーザ発振器からのレーザ光を、所定のマスクパターンを持つマスクを通して被加工部材に照射して穴あけを行うレーザ穴あけ加工方法において、前記レーザ光を線状の断面形状を持つレーザ光に変換し、前記線状のレーザ光の照射位置は固定とし、前記マスクが前記照射位置を通過するように前記マスクと前記被加工部材とを同期して移動させると共に、その移動方向を前記線状のレーザ光の延在方向に直角な方向とすることにより、前記マスクが前記線状のレーザ光でスキャンされるようにし、その結果、前記被加工部材に前記マスクパターンで規定された穴あけが行われるようにしたことを特徴とするレーザ穴あけ加工方法が提供される。

【 0 0 1 1 】

本発明によればまた、レーザ発振器からのレーザ光を、所定のマスクパターンを持つマスクを通して被加工部材に照射して穴あけを行うレーザ穴あけ加工装置において、前記レーザ光を線状の断面形状を持つレーザ光に変換する光学系と、前記マスクと前記被加工部材とを同期して移動させる駆動機構とを備え、前記光学系からの前記線状のレーザ光の照射位置は固定とし、前記駆動機構は、前記マスクが前記照射位置を通過するように前記マスクと前記被加工部材とを移動させると共に、その移動方向を前記線状のレーザ光の延在方向に直角な方向とすることにより、前記マスクが前記線状のレーザ光でスキャンされるようにし、その結果、前記被加工部材に前記マスクパターンで規定された穴あけが行われるようにしたことを特徴とするレーザ穴あけ加工装置が提供される。

【 0 0 1 2 】

なお、前記マスクと前記被加工部材との間にイメージングレンズを配置し、前記駆動機構は、前記マスクと前記被加工部材とを同期して移動させることにより、前記イメージングレンズによって前記被加工部材に対する前記マスクパターンの投影比を設定することができる。

【0013】

前記光学系は、ホモジナイザで実現することができる。

【0014】

前記光学系はまた、前記レーザ発振器からのレーザ光の断面に関するエネルギー密度を均一にする均一光学系と、該均一光学系からのレーザ光の断面形状を線状に変換するシリンドリカルレンズとで実現することができる。

【0015】

【発明の実施の形態】

図1を参照して、本発明によるレーザ穴あけ加工装置の第1の実施の形態について説明する。ここでは、レーザ発振器10からのパルス状のレーザ光を、所定のマスクパターンを持つマスク11を通してプリント配線基板（被加工部材）12に照射して穴あけを行うレーザ穴あけ加工装置について説明する。

【0016】

レーザ発振器10からのレーザ光は、均一光学系13によりその断面に関するエネルギー密度が均一にされる。ここで、断面に関するエネルギー密度というのは、次の通りである。レーザ発振器10からのレーザ光は、通常、円形の断面形状を有し、エネルギー密度の分布は中心ほどエネルギー密度の高い、ガウシアン分布に近いものとなる。均一光学系13は、このようなエネルギー密度分布を持つレーザ光を、断面のどの部分でも同じ値のエネルギー密度となるようにするためのものである。

【0017】

均一光学系13の簡単な例をあげれば、レーザ発振器10からのレーザ光の断面形状を光学レンズで拡大したうえでマスクを通すことにより、エネルギー密度が高く、しかも平坦部分のみを取り出すようなものが知られている。別の例は、レーザ発振器10からのレーザ光の断面形状を光学レンズで拡大したうえでバン

ドルファイバと呼ばれる多数の光ファイバの組合わせ体に入射させることにより均一なエネルギー密度分布を持つレーザ光を取り出すことができることも知られている。更に別の例は、カライドスコープと呼ばれる、いわゆる万華鏡の原理を利用したものが知られている。

【0018】

いずれにしても、均一光学系13により均一なエネルギー密度分布を持つように変換されたレーザ光は、反射ミラー14を介してシリンドリカルレンズ15に入射される。シリンドリカルレンズ15は、均一光学系13からのレーザ光の断面形状を線状のレーザ光に変換するためのものである。

【0019】

図2を参照して、均一光学系13からのレーザ光は断面円形状であり、図2(a)に示すようなビームプロファイルを持つ。ビームプロファイルというのは、レーザ光をその断面形状に関して観察した場合に、一定のエネルギー値が持続する台形状波形のことである。このようなビームプロファイルを持つレーザ光に対し、シリンドリカルレンズ15を用いることにより、断面円形状のレーザ光を、図2(b)に示すような線状の断面形状を持つレーザ光に整形することができる。シリンドリカルレンズ15は、断面線状のレーザ光の幅を規定する幅用シリンドリカルレンズ15-1と、断面線状のレーザ光の長さを規定する長尺用シリンドリカルレンズ15-2とから成る。このようなシリンドリカルレンズ15によれば、断面線状のレーザ光のサイズを、幅1/10(mm)～数(mm)、長さ数(cm)に整形することができる。

【0020】

レーザ発振器10、均一光学系13、シリンドリカルレンズ15は固定状態におかれる。すなわち、シリンドリカルレンズ15からの断面線状のレーザ光の照射位置は固定である。

【0021】

図3(a)は線状に整形されたレーザ光の断面形状を示し、その長手方向のサイズは、図3(b)に示すマスク11の幅方向のサイズよりやや大きくなるようにされる。マスク11は、プリント配線基板12への加工パターンを規定する多

数の穴からなるマスクパターンを持つ。このマスクパターンは、多数の穴 1 1 a が N 個×N 個のマトリクス状に形成されているものに限らず、図 3 (b) のように多数の穴 1 1 a がランダムに形成されているものでも良い。これは、本形態による穴あけ加工の加工パターンは、様々に選定できることを意味している。

【0 0 2 2】

イメージングレンズ 1 6 は、プリント配線基板 1 2 に対するマスクパターンの投影比（縮小比）を設定するためのものであり、図 1 では 1 対 1 の場合を示している。一方、プリント配線基板 1 2 は、X 軸及び Y 軸に関して可動のワークステージ 1 7 に搭載されている。特に、本発明では、マスクを搭載して移動可能とするマスクステージとワークステージ 1 7 とを同期して駆動可能にした点に特徴を有する。ワークステージ 1 7 は、図示しないワークステージ駆動機構により同一水平面内の X 軸方向及び Y 軸方向に移動可能である。

【0 0 2 3】

穴あけ加工に際しては、マスクステージ駆動機構及びワークステージ駆動機構は制御装置により同期制御される。具体的には、マスクステージ駆動機構によるマスク 1 1 の移動とワークステージ駆動機構によるプリント配線基板 1 2 の移動が逆方向で同期して移動するように制御される。特に、マスク 1 1 がシリンドリカルレンズ 1 5 の固定の照射位置を通過し、しかもマスク 1 1 の移動方向が断面線状のレーザ光の延在方向に直角な方向となるようにされる。これは、見掛け上、断面線状のレーザ光がマスク 1 1 の全面をスキャンすることを意味する。このようなスキャンによってマスク 1 1 のマスクパターンの各穴を通過したレーザ光はイメージングレンズ 1 6 を通してプリント配線基板 1 2 に照射される。そして、マスク 1 1 の移動とプリント配線基板 1 2 の移動は逆方向で同期しているので、プリント配線基板 1 2 には、マスク 1 1 のマスクパターンで規定される多数の穴が連続して形成されることになる。

【0 0 2 4】

なお、イメージングレンズ 1 6 による投影比が 1 対 1 の場合には、マスク 1 1 の移動に際してプリント配線基板 1 2 に照射されるレーザ光の照射パターンの移動速度はマスク 1 1 の移動速度、言い換えればマスク 1 1 に対するレーザ光のス

キャン速度と同じとなる。しかし、例えば3対1の縮小比でマスクパターンが縮小されてプリント配線基板12に投影される場合には、マスク11に対するスキャン速度に対してプリント配線基板12に照射されるレーザ光の照射パターンの移動速度は3倍となる。

【0025】

ここで、プリント配線基板12はその樹脂層の厚さにより、1回のパルス状レーザ光の照射では所定の穴あけが完了しない場合がある。この場合は、例えばパルス状レーザ光を3ショット照射する場合には、図2(a)に示したようなピーク領域が一部オーバーラップするようにして照射を行う。これは、ステージによる移動速度を遅くして断面線状のパルス状レーザ光が1つの穴に複数ショット当たるようにすれば良い。この場合、マスクパターンを形成している複数の列から成る穴11aは各列のピッチが等しいことが好ましく、必要に応じてマスキングが実行される。マスキングについては後述する。

【0026】

また、上記の動作によってプリント配線基板12に形成される多数の穴あけ加工の範囲は、イメージングレンズ16の投影比にもよるが、制限がある場合がある。このような場合、この範囲は一辺が数cm程度の正方形のエリアである。これに対し、本形態による穴あけ加工は、通常、図4に示すように、複数の加工領域12-1が区画されている多面取り用のプリント配線基板12に対して加工領域毎に行われる。1つの加工領域12-1に対しては上記の動作により穴あけ加工が行われるが、プリント配線基板12を移動させないと、次の加工領域に対する加工を行うことができない。このため、プリント配線基板12は、ワークステージ17により駆動されて次の加工領域への移動が行われる。すなわち、ワークステージ17は、プリント配線基板12の1つの加工領域12-1に対する穴あけ加工が終了すると、次の加工領域をイメージングレンズ16の直下に移動させる。勿論、この場合のワークステージ17の駆動はマスク11の駆動とは独立して行われる。

【0027】

ところで、上記のような加工領域の移動にはある時間を必要とする。これに対

し、レーザ発振器 1 0 が連続状のレーザ光あるいはパルス状のレーザ光のいずれを発生するものであっても、上記の移動の間はレーザ光がマスク 1 1 に入射しないようにする必要がある。これは、上記の移動の間は、レーザ発振器 1 0 の発振を停止させるようにしても良いが、シリンドリカルレンズ 1 5 よりも上流側の光経路に、レーザ光をバイパスさせて、例えばターゲット部材に照射させるような機構を設けることでも実現できる。いずれにしてもこの動作はマスキングと呼ばれ、前に述べたマスキングにも同様に適用される。

【0 0 2 8】

なお、上述したレーザ光の照射パターンの移動速度に関する説明以降の説明は、次に述べる第 2 の実施の形態にも適用される。

【0 0 2 9】

図 5 を参照して、本発明の第 2 の実施の形態について説明する。この実施の形態は、図 1 に示された第 1 の実施の形態における均一光学系 1 3 及びシリンドリカルレンズ 1 5 に代えて、ホモジナイザ 2 0 をレーザ発振器 1 0 と反射ミラー 1 4 との間に配置したものである。その他の構成要素は図 1 の実施の形態とまったく同じである。ホモジナイザ 2 0 は、第 1 の実施の形態で説明した均一光学系 1 3 とシリンドリカルレンズ 1 5 の両方の機能を合わせ持つものであり、これも周知であるが、図 6 ～図 8 を参照して簡単に説明する。

【0 0 3 0】

ホモジナイザ 2 0 は、例えば 2 組のアレイレンズセット 2 1、2 2 と、4 枚のフォーカシングレンズから成るレンズ系 2 3 とから成る。アレイレンズセット 2 1 は、図 6 に示されるように、複数のシリンドリカルレンズを多数、互いに平行に延在するように組合わせたアレイレンズ 2 1 A、2 1 B を、その凸面側が対向するように間隔をおいて配置して成る。同様に、アレイレンズセット 2 2 は、図 7 に示されるように、複数のシリンドリカルレンズを多数、互いに平行に延在するように組合わせたアレイレンズ 2 2 A、2 2 B を、その凸面側が対向するように間隔をおいて配置して成る。なお、図 7 は、図 6 に示したものを軸方向に関して 9 0 度回転させた状態で示している。したがって、アレイレンズセット 2 1 のシリンドリカルレンズの延在方向と、アレイレンズセット 2 2 のシリンドリカル

レンズの延在方向とは直角に交差する形態で組み合わされていることになる。

【0031】

いずれにしても、上記のような構成の2組のアレイレンズセット21、22と、4枚のフォーカシングレンズから成るレンズ系23とにより、ホモジナイザ20は、断面に関するエネルギー密度分布の均一化の機能と、断面円形状のレーザー光を断面線状のレーザー光に変換する機能とを合わせ持つことができる。

【0032】

穴あけ加工に関する動作は、第1の実施の形態とまったく同じであるので、説明は省略する。

【0033】

なお、レーザー発振器10としては、CO₂レーザー発振器、YAG及びYLFレーザー発振器、その第2高調波(2 ω)、第3高調波(3 ω)、第4高調波(4 ω)を用いたり、更にはエキシマレーザー発振器を用いることができる。また、被加工部材はプリント配線基板のような樹脂層に限らず、電気部品、例えばコンデンサや圧電素子に絶縁材料として用いられるセラミック薄板のような材料にも穴あけ加工を行うことができる。更に、本発明は、所定のマスクパターンを持つマスクをプリント配線基板のような被加工部材に接触させた状態、いわゆるコンタクトマスク方式で穴あけ加工を行う場合にも適用可能である。この場合、イメージングレンズは省略される。

【0034】

【発明の効果】

以上説明してきたように、本発明によれば、これまでのガルバノスキャナを用いたレーザー穴あけ加工装置に比べて短い時間で多数の穴あけ加工を行うことができる。しかも、本発明において用いられるマスクのマスクパターンは、複数の穴の配列を任意に設定できるので、フレキシブルな穴あけ加工を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態によるレーザー穴あけ加工装置の構成を示した図であ

り、図（a）は全体の構成を、図（b）は図（a）の主要部の構成を角度を変えて見た図である。

【図 2】

図 1 に示された均一光学系及びシリンドリカルレンズによりレーザ光の断面形状を線状に変換する作用を説明するための図であり、図（a）はレーザ光の断面に関するエネルギー密度分布を示し、図（b）は線状に変換されたレーザ光の断面形状を示した図である。

【図 3】

線状に変換されたレーザ光の断面形状図（a）と図 1 に示されたマスクの一例図（b）を示した図である。

【図 4】

本発明による加工装置の加工対象となる多面取り用のプリント配線基板の一例を示した図である。

【図 5】

本発明の第 2 の実施の形態によるレーザ穴あけ加工装置の構成を示した図であり、図（a）は全体の構成を、図（b）は図（a）の主要部の構成を角度を変えて見た図である。

【図 6】

図 5 に示されたホモジナイザの構成を説明するための図であり、図（a）はホモジナイザの構成を、図（b）は図（a）に示された一方のアレイレンズセットの構成を示した図である。

【図 7】

図 6 に示されたホモジナイザの構成を、その中心軸に関して 90 度回転させた状態で示した図であり、図（a）はホモジナイザの構成を、図（b）は図（a）に示された他方のアレイレンズセットの構成を示した図である。

【図 8】

図 5 に示されたホモジナイザの構成を立体的に示した斜視図である。

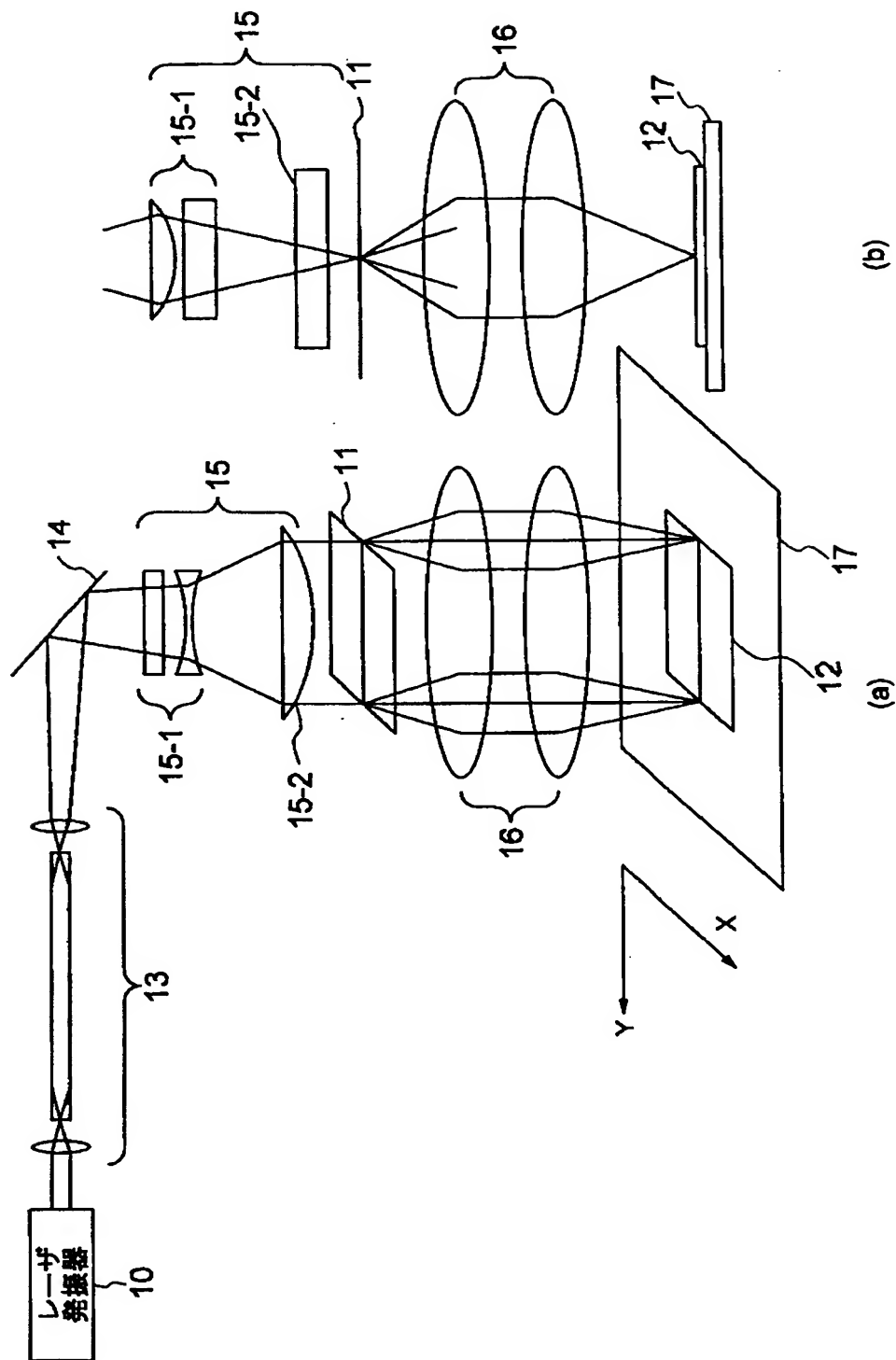
【符号の説明】

1 0 レーザ発振器

- 1 1 マスク
- 1 2 プリント配線基板
- 1 3 均一光学系
- 1 4 反射ミラー
- 1 5 シリンドリカルレンズ
- 1 6 イメージングレンズ
- 1 7 ワークステージ
- 2 0 ホモジナイザ
- 2 1、2 2 アレイレンズセット
- 2 1 A、2 1 B、2 2 A、2 2 B アレイレンズ
- 2 3 レンズ系

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】

(a)

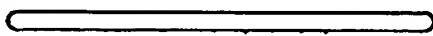


(b)



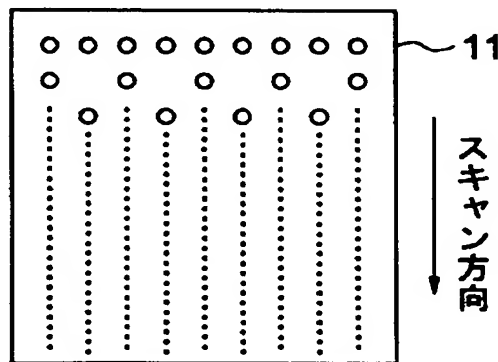
【図 3】

(a)

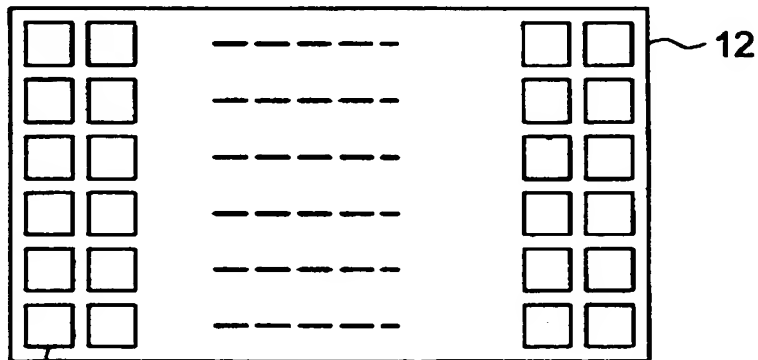


レーザ光断面形状

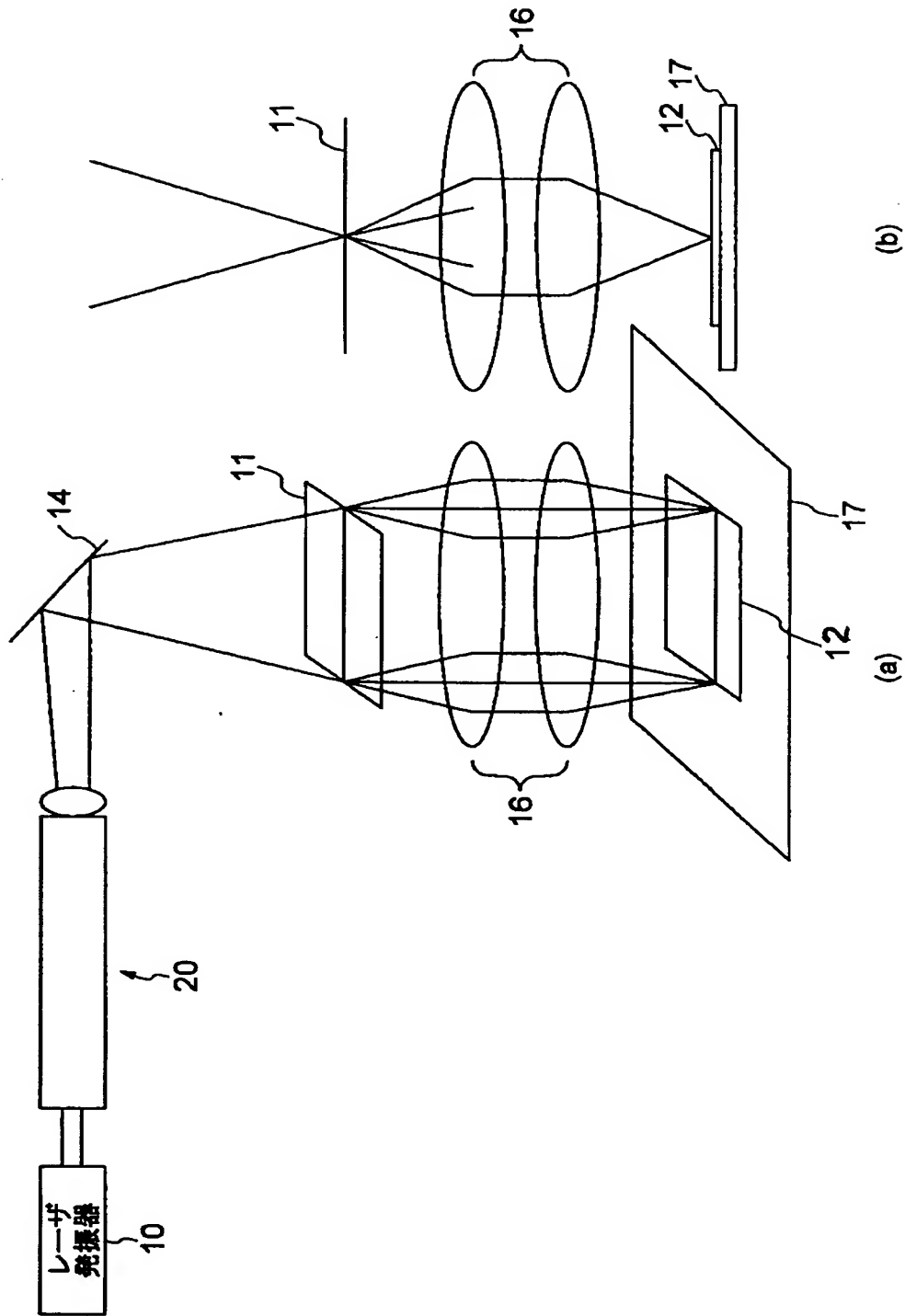
(b)



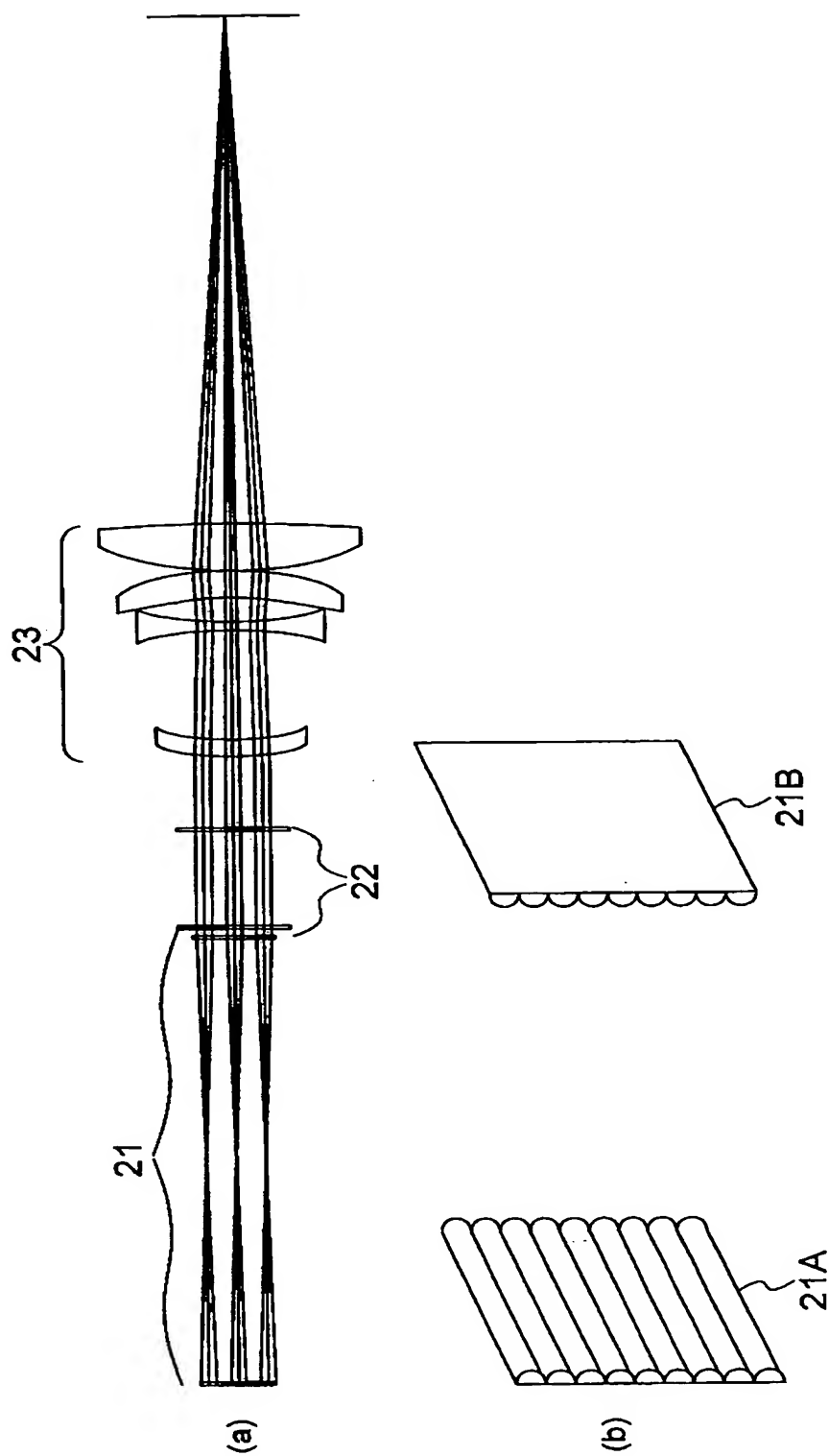
【図 4】



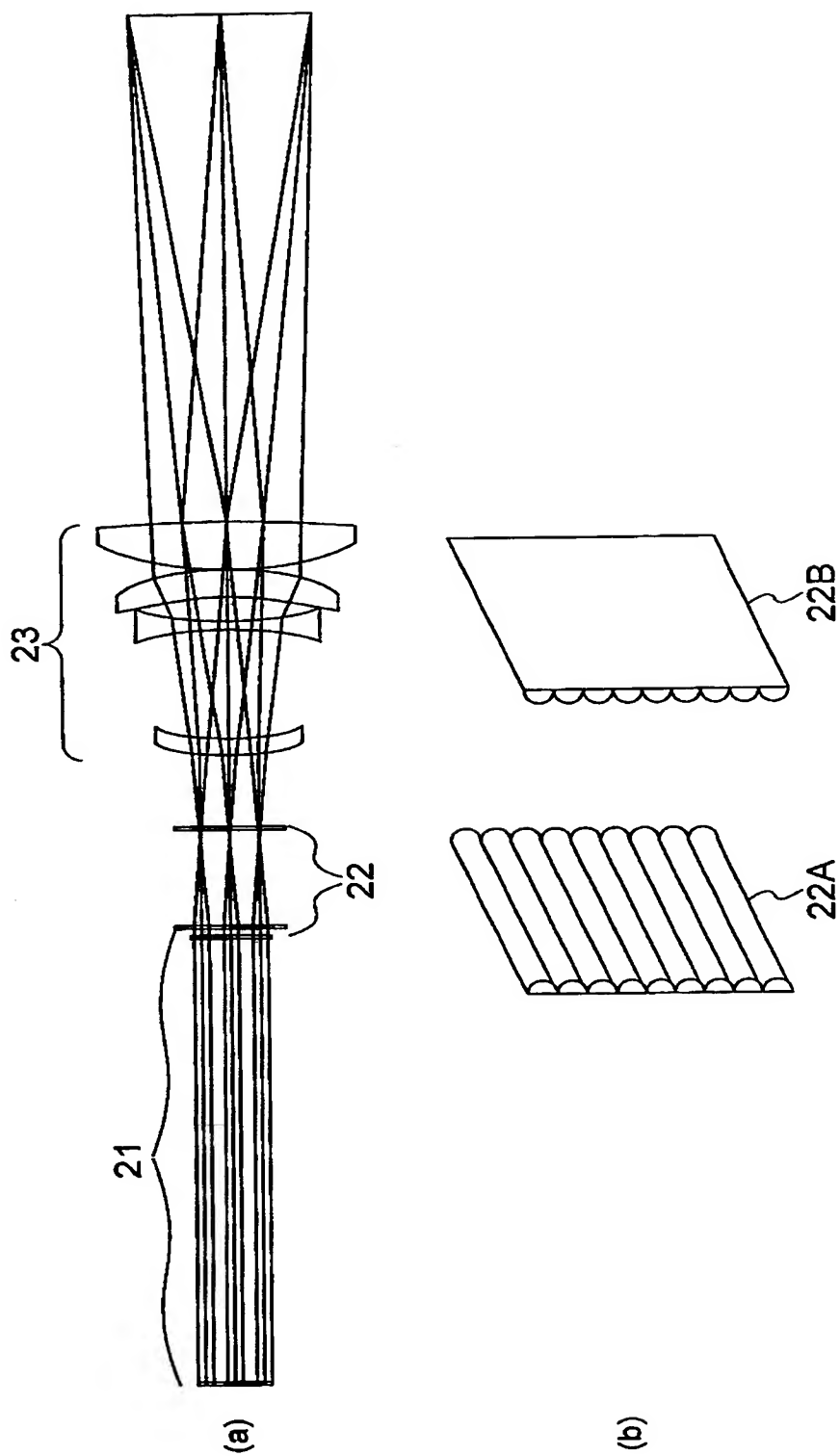
【図 5】



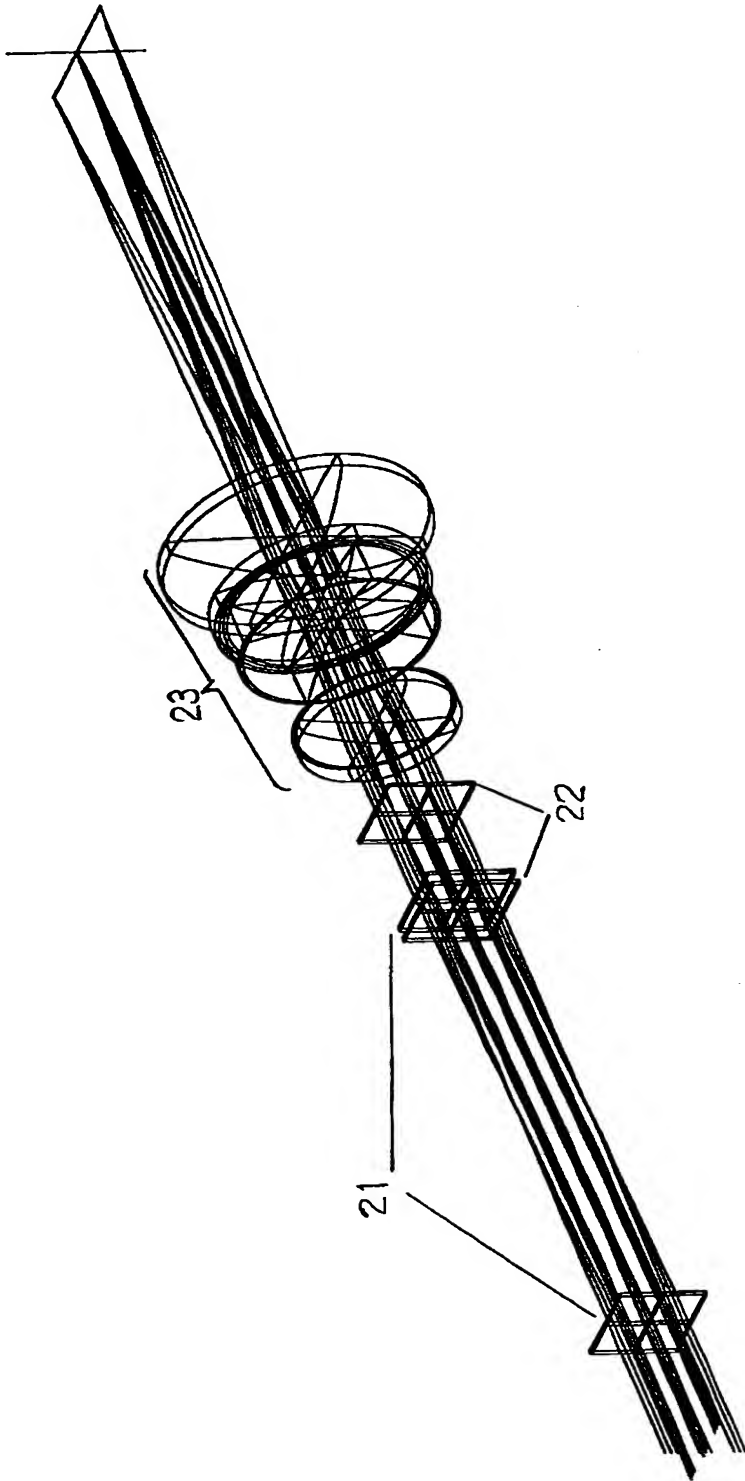
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 これまでのレーザ穴あけ加工方法に比べて短い時間で多数の穴あけ加工を行うことのできるレーザ穴あけ加工装置を提供する。

【解決手段】 レーザ発振器 1 0 からのレーザ光を、線状の断面形状を持つレーザ光に変換する均一光学系 1 3 及びシリンドリカルレンズ 1 5 と、マスク 1 1 とプリント配線基板 1 2 とを同期して移動させる駆動機構とを備え、前記線状のレーザ光の照射位置は固定とし、前記駆動機構は、マスクが前記照射位置を通過するようにマスクとプリント配線基板とを移動させると共に、その移動方向を前記線状のレーザ光の延在方向に直角な方向とすることにより、マスクが前記線状のレーザ光でスキャンされるようにし、その結果、プリント配線基板にマスクのマスクパターンで規定された穴あけが行われるようにした。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002107]

1. 変更年月日	1994年 8月10日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都品川区北品川五丁目9番11号
氏 名	住友重機械工業株式会社